Neues Verfahren beim Hochgeschwindigkeitsscherschneiden

Autor: Dieter Weise
Inst: Fraunhofer Gesellschaft, Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU
Datum: 10.02.2010

Zusammenfassung

Das Verfahren umfasst einen Stempelhaltekörper sowie die Befestigung des Stempels, mehrerer Stempel oder anderer Aktivelemente. Der Stempelhaltekörper ist durch Versteifungselemente (Rippen) zur Verringerung von Verformungen infolge von Krafteinleitungen von oben gekennzeichnet. Das Verfahren kann in jeder Art von Kompaktierungs-, Umform- oder Zerteilwerkzeug zur Befestigung und Führung von Aktivelementen eingesetzt werden. Hautsächlich ist die Anwendung beim Schneiden von Blechmaterial mit erhöhten Schneidgeschwindigkeiten zu sehen.

1. Zugrunde liegendes technisches Problem

Bei Scherschneid-, Umform-, Präge- oder Kompaktierungsvorgängen im Bereich hoher Geschwindigkeiten (ab ca. 0,1 m/s) - speziell bei impuls- oder schlaginduzierten Vorgängen - wirken hohe, kurzzeitige Belastungen auf den gesamten Werkzeugaufbau. Diese Belastungen führen zu Verformungen innerhalb der Werkzeuge. Weitere Folgen der hohen Belastungen sind:

- Bauteilversagen innerhalb des Werkzeuges
- Elastisches Verbiegen der Stempel und daraus resultierende Berührungen von Stempel und Matrize(n) oder anderen Bauteilen
- Verstärkte Abnutzung von Werkzeugaktivelementen
- Erzielung unzureichender Qualitäten an den herzustellenden Teilen

Besonders bei impuls- oder schlaginduzierten Vorgängen besteht der zusätzliche Bedarf, möglichst geringe bewegte Massen in Werkzeugen zu realisieren, da diese Massen im Werkzeug oder innerhalb der Maschine beschleunigt und abgebremst werden müssen.

2. Bisherige Lösung des Problems

In [Neug] wird der aktuelle Stand der Technik des Werkzeugbaus für Hochgeschwindigkeitsscherschneidwerkzeuge für das Schneiden von Blechmaterial dargestellt. Alle Teile zwischen „Werkzeugrahmen“ und „Niederhalterplatte“ werden durch das Verfahren ersetzt. Die Nachteile des in [Neug] dargestellten Aufbaus sind:

- Eine zu geringe Biege- und Torsionssteifigkeit - besonders für das Schneiden großer Schnittteile oder mehrerer Schnitte pro Hub beziehungsweise Schlag oder Impuls - führt zu nicht ausreichenden Schnittteilqualitäten.
- Der Einsatz von Schrauben außerhalb der Zone der Krafteinleitung kann zum Versagen der Schrauben bei hohen Schnittenergien führen.
- Der Aufbau aus mehreren Bauteilen (beziehungsweise Platten) führt zu einer hohen Anzahl von Kontaktflächen und damit zu einer verringerten Steifigkeit und einem verringertem Wirkungsgrad.

In der Literatur, z.B. in den Patentschriften [Pat 1] ist ein Aufbau einer aktuellen Maschine zum Hochgeschwindigkeitsscherschneiden dargestellt. Das ebenfalls dargestellte Werkzeug weist keine Detaillierungen zur Stempelbefestigung und -führung oder zur Versteifung auf.

Die in [Pat2] dargestellte Form der Stempelbefestigung weist folgende Nachteile auf:

- Komplizierter Zusammenbau
- Komplizierte Demontage
- Nicht geeignet für hohe Schnittenergien
- Mögliches Problem des Federwirkung und somit des Verkippens, Verkantens oder Verschleißens der Werkzeugaktivteile

Derzeit ist das zugrunde liegende Problem nicht (für hohe Energiemengen) gelöst.

3. Lösungsweg

Das Verfahren umfasst einen Stempelhaltekörper (vgl. Abb. 1), sowie die Befestigung des Stempels, mehrerer Stempel oder anderer Aktivelemente. Der Stempelhaltekörper ist durch Versteifungselemente (Rippen) zur Verringerung von Verformungen infolge von Krafteinleitungen von oben gekennzeichnet. Die Anzahl und Form der Rippen sowie deren Abmessungen richten sich nach dem geplanten Einsatzzweck. Die Ausführung des Stempelhaltekörpers kann als Gussteil oder Schweißbaugruppe (vgl. Abb. 2) vorgenommen werden.

Die Befestigung des Stempels, der Stempel oder der Werkzeugaktivelemente erfolgt über eine zentrale Gewindestange, Schraube oder andere Verbindungselemente (vgl. Abb 3). Hierbei befinden sich die, zur Befestigung des Stempels, der Stempel oder der Werkzeugaktivelemente vorgesehenen, Verbindungselemente möglichst auf derselben (gedachten) Achse, auf der die Krafteinleitung von außen vorgenommen wird, koaxial zur Kraftrichtung oder parallel zur Kraftrichtung innerhalb eines Radius von 100 mm. Die Zentrierung des Stempels, der Stempel oder der Werkzeugaktivelemente erfolgt über Formschluss mit dem Stempelhaltekörper (vgl. Abb. 1 bis Abb. 3). Die Führung des Stempelhaltekörpers erfolgt über Führungselemente (zum Beispiel Führungssäulen und -buchsen) für die am Stempelhaltekörper entsprechende Vorkehrungen/Aufnahmen vorgesehen sind.

Die Einleitung der Kraft kann axial über einen Ring oder direkt am Stempelhaltekörper erfolgen. Optional kann eine Stempeldruckplatte (vgl. Abb. 1) zwischen Stempelhaltekörper und Werkzeugaktivelement/Stempel vorgesehen werden. Abb.4 zeigt einen durch den neuen Stempelhaltekörper möglichen Werkzeugaufbau.

Durch den Einsatz von Versteifungselementen wird die Durchbiegung von Werkzeugelementen unter Belastung stark verringert. Die Masse des Stempelhaltekörpers ist trotz der stark erhöhten Steifigkeit nicht signifikant anders als bei Lösungen nach dem derzeitigen Stand der Technik. Durch die verringerte Durchbiegung sinkt der Werkzeugverschleiß, Prozesse mit hohen Energiemengen werden möglich und damit einhergehend werden größere oder komplexere Bauteile als bisher herstellbar. Die herstellbare Bauteilqualität wird verbessert.

Mit Hilfe der zentralen Position des Verbindungselementes werden die, auf die Verbindung wirkenden Querkräfte stark verringert. Auf diese Weise wird Bauteilversagen infolge von Querkräften nahezu ausgeschlossen.

Durch die Zusammenfassung von Funktionen in ein Bauteil/eine Baugruppe wird die Anzahl der Kontaktflächen stark verringert und somit der Wirkungsgrad und die Steifigkeit erhöht.

4.a. Wirkungen und Vorteile der unter Punkt 3 beschriebenen Eigenschaften

Die Wirkung von Versteifungselementen (Rippen) besteht in der Verringerung der Verformungen von Werkzeugelementen unter Belastung. Der Vorteil von Versteifungselementen (Rippen) besteht darin, ohne signifikante Masseänderungen ein erheblich größeres Bauteilspektrum herstellbar und bessere Bauteilqualitäten erzielbar zu machen. Der Werkzeugverschleiß wird verringert.

Die Wirkung des zentralen Verbindungselementes ist die Verbindung von Stempel und Stempelhaltekörper. Ein Vorteil ist die Substitution mehrerer Verbindungselemente durch ein Verbindungselement und Verringerung der Querkräfte. Ein weiterer Vorteil des zentralen Verbindungselementes ist die Verringerung der Teilezahl und die Möglichkeit des Ausschlusses von Bauteilversagen durch Querkrafteinwirkung.

Die Wirkung des Zusammenfassens von Funktionen in ein Bauteil/eine Baugruppe ist die Verringerung der Teilezahl. Vorteil dieser Maßnahme ist die Verringerung der Anzahl der Kontaktflächen und somit Erhöhung des Wirkungsgrades und der Steifigkeit.

b. Modifikationsmöglichkeiten

Modifikationsmöglichkeiten sind durch den Verzicht auf Versteifungselemente (Rippen) und durch Ausführung als Vollkörper gegeben. Nachteilig wirkt sich hierbei das stark erhöhte

Gewicht aus. Dies führt wiederum zu Problemen hinsichtlich der Beschleunigung und Abbremsung der beweglichen Masse(n).

Eine dezentrale Anordnung von Verbindungselementen ermöglicht das Umgehen des zentralen Verbindungselementes. Hierbei besteht jedoch ein erhöhtes Risiko von Bauteilversagen infolge von Querkräften.

Aufgrund der derzeit vorliegenden Probleme ist bei kommerziell hergestellten, mit Hochgeschwindigkeit geschnittenen Schnittteilen großer Abmessungen aus Blechmaterial von einer Anwendung des dargestellten Werkzeugkonzeptes auszugehen. Eigenschaften von Schnitteilen, die mit erhöhter Schnittgeschwindigkeit geschnitten wurden, sind:

- Sehr hoher Bruchflächenanteile
- Nahezu rechtwinklige Schnittflächen
- Geringe Schnittgrathöhen und -breiten
- Geringe Kanteneinzugshöhen und -breiten
- Realisierbarkeit geringer Stegbreiten
- Geringe Randverfestigung an den Schnittflächen
- Feinkörnige Oberflächen der Bruchflächen ohne Abbildung der Oberflächen von Schneidstempel und –matrizen

Der zuletzt aufgeführte Punkt ist ausschließlich derzeit mit erhöhten Schnittgeschwindigkeiten und unter Nutzung von impuls- oder schlaginduzierenden Maschinen oder Anlagen erzielbar. Große Schnitteile, welche die Eigenschaft der feinkörnigen Oberflächen der Bruchflächen ohne Abbildung der Oberflächen von Schneidstempel und -matrizen aufweisen, sind demnach mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit unter Nutzung der hier vorgestellten Verfahren gefertigt wurden.
Ein ausreichender Beweis ist jedoch nur unter Betrachtung der Fertigung möglich.

5. Technisches Anwendungsgebiet

Das Verfahren kann in jeder Art von Kompaktierungs-, Umform- oder Zerteilwerkzeug zur Befestigung und Führung von Aktivelementen eingesetzt werden. Hautsächlich ist die Anwendung beim Schneiden von Blechmaterial mit erhöhten Schneidgeschwindigkeiten zu sehen.

6. Literaturquellen

[Neug] Neugebauer, R.; Bräunlich, H.; Kräusel, V.: Adiabatisches Trennen. CBC 2008. 5. Car Body Colloquium. Forming live. Folie 5, Chemnitz, 2008

[Pat1] Patentschriften: EP000001919640B1,EP000001919640A1, R000002889977A1, US020080245206A1, W0002007026091A1 CN000101282798A, FR000002889977B1

[Pat2] Patentschriften: EP000001924371 B1, EP000001924371A1
US020080216630A1, FR000002889978B1, W0002007026090A1
FR000002889978A1

7. Abbildungen

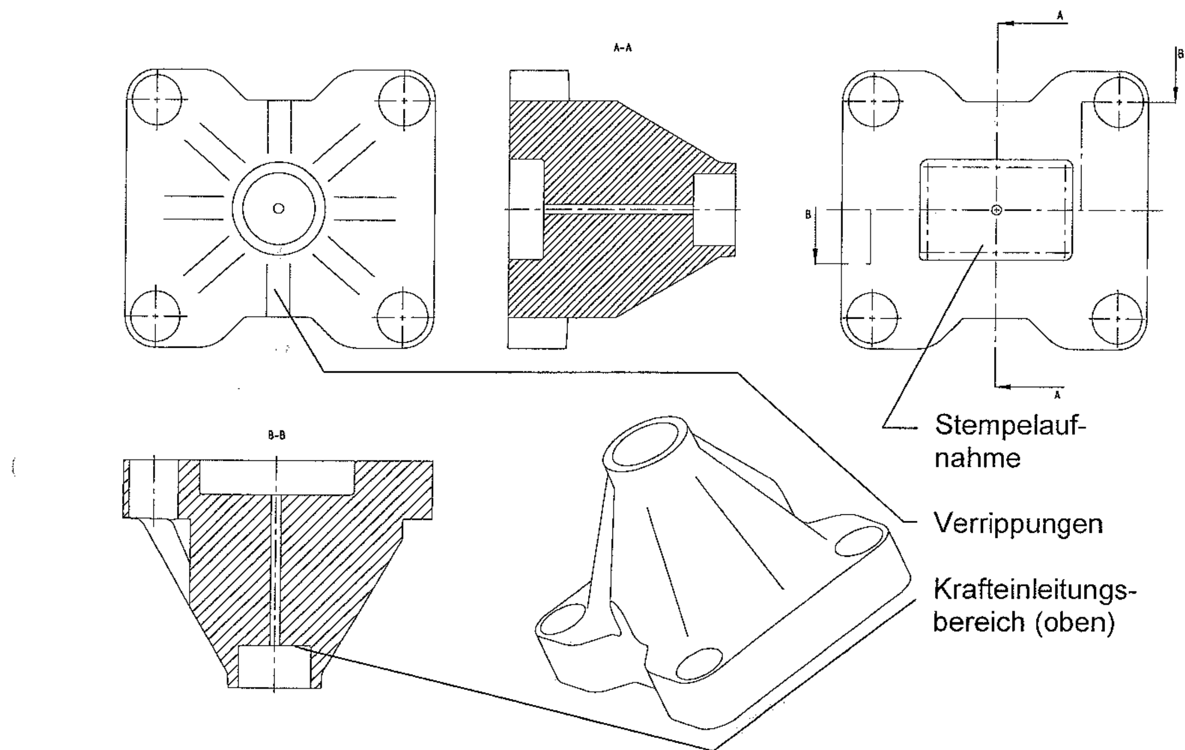


Abb. 1: Stempelhaltekörper

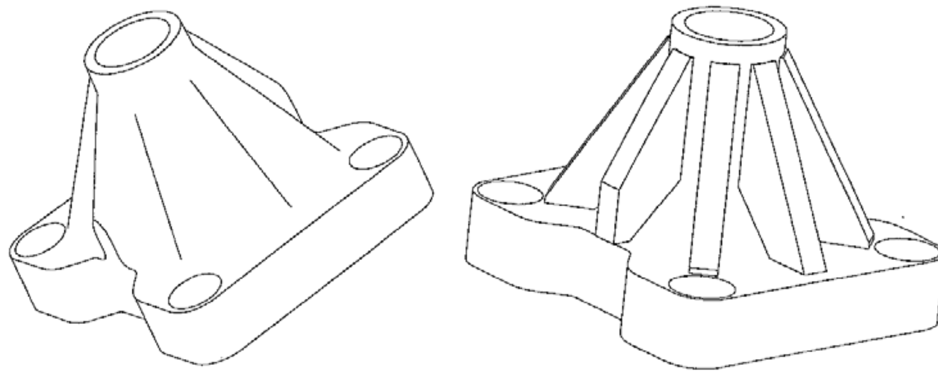


Abb. 2: Stempelhaltekörper als Gussvariante (links) und Schweißbaugruppe (rechts)

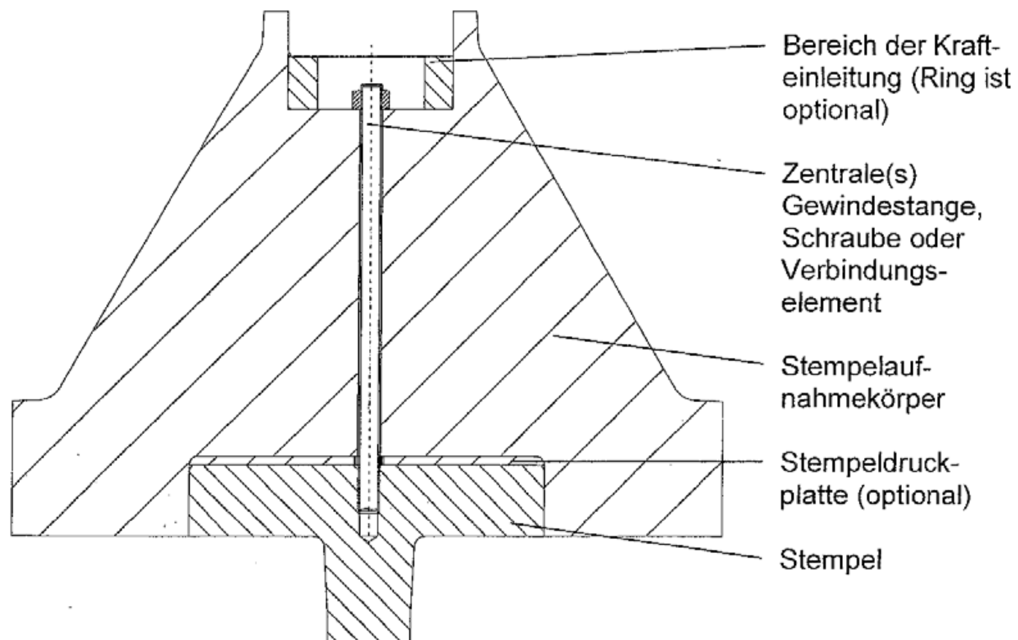


Abb. 3: Baugruppe der bewegten Werkzeugeinheit aus Stempelhaltekörper, Stempeldruckplatte, Ring, Stempel und Verbindungselementen

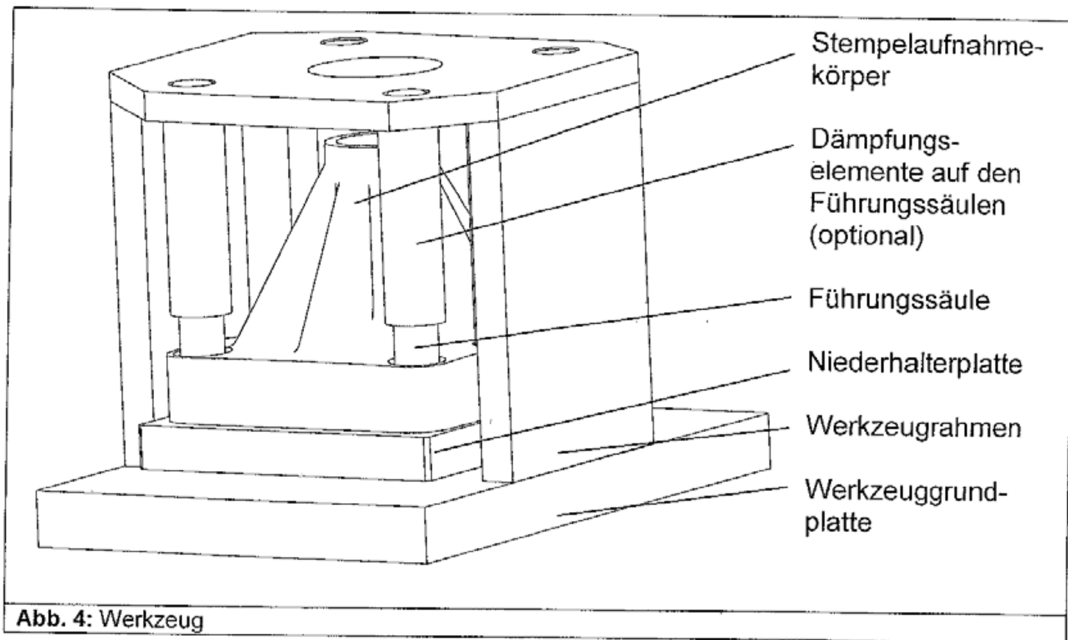


Abb. 4: Werkzeug